

openBIM をベースとした建築確認申請の開発・実践と考察

openBIM による建築確認申請の実現を目指して

Development / Practice and Consideration of Confirmation Application based on openBIM

Aiming to realize confirmation application by BIM

○能勢 浩三*¹, 野口 元*², 荒川 暁郎*¹
Kozo Nose*¹, Noguchi Hajime*² and Arakawa Akio*¹

*1 株式会社竹中工務店 大阪本店設計部
Design Department, Osaka Main office, Takenaka Corporation.

*2 株式会社竹中工務店 設計本部
Design Management Department, Head Office, Takenaka Corporation.

Summary: This paper uses IFC based on openBIM to develop and practice a method for pre-examination of the permit system, which is a confirmation application stipulated in the Japanese Building Standards Law. Efforts are being made around the world to submit BIM models at the time of building licenses, but verification and automation of legal compliance for licenses using actual models has not yet been realized. In this paper, Takenaka Corporation has improved the efficiency by automating the examination and verification by openBIM, which was carried out in the past cases of confirmation application by the actual project and the project applied for the BIM subsidy project recruited by the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism in 2020. Through the development and practice that we aimed at, we presented solutions and issues for digitizing confirmation applications.

キーワード: BIM、openBIM、確認申請、IFC

Keywords: BIM; openBIM; Regulation; IFC

1. はじめに

BIM が日本の建築業界に本格的に導入された元年が 2009 年といわれる。米国では 2004 年に建築の発注者からの要望に対応して AIA (米国建築家協会) が主体となり、契約社会の中で建設プロセスの中のデータの相互運用性を向上させることにより、建築にかかわるコストの無駄の削減や工期の延長防止といった目的を達成するプロセスを実現させるための道具として BIM の活用が開始された。一方、日本ではこうした欧米の状況を大手設計事務所や建設会社がとらえ、自らの業務効率・品質の向上に活用ができるのではというスタンスで BIM の活用がスタートした。また、日本の建築業界の商習慣として、建築工事を請け負う建設会社が発注者と契約した工事金額や工期内の竣工を遵守する企業努力を行うことが基本となっていたため、欧米のようなコストや工期遅延に関するリスク(時にはベネフィット)を発注者が負うことが少なく、発注者側からプロセスの改善を求めるといった要望は発生しづらい状況にあった。

米国では 2007 年に GSA(米国連邦調達局)が BIM 活用を発注条件とし、その利用ルールも官学ベースで策定された。ヨーロッパやシンガポールなどでも、BIM 活用の

ためのルール策定が行われ、BIM の導入目標も各国で定められ始めた。

一方、日本では建築の大部分の発注者が民間ベースであることから、BIM の利用にあたってのルール作成は、もっぱら設計事務所や建設会社の社内向けに構築され、建設業界全体のルール作りは後回しとなっていた。2014 年に国土交通省が「BIM ガイドライン」を策定したが、これをベースとした発注はあまり広がりを見せなかった。

しかし、世界的な BIM 活用目標策定とその実践、日本国内における BIM 活用の広がりや国としての IT 戦略を背景に、国土交通省は 2019 年 6 月にこれまで土木分野を中心に活動を行ってきた「BIM/CM 推進委員会」に「建築 BIM 推進会議」を発足させ、建築分野の課題検討・解決を図るために建築関係の官・学・民一体となった検討が始められた。その成果として 2020 年 4 月に「建築分野における BIM の標準ワークフローとその活用方策に関するガイドライン(第 1 版)」が発行され、同年 4 月にこの内容を検証する事業の公募が行われた。竹中工務店はこの公募に「RC 造及び S 造のプロジェクトにおける BIM 活用の効果検証・課題分析」というテーマで応募し採択された。

本論文は、①これまで竹中工務店が実践してきた BIM を活用した確認申請と、②この公募事業のなかで実践した openBIM モデルをベースとした BIM 確認申請の開発・実践を概説し、これらを通して得た知見を考察するものである。

2. openBIM による確認申請

2.1. openBIM と closedBIM

確認申請についての本論に入る前に、まず今回ベースとした openBIM について述べておく。対比として closedBIM との比較としている。(図 2-1)

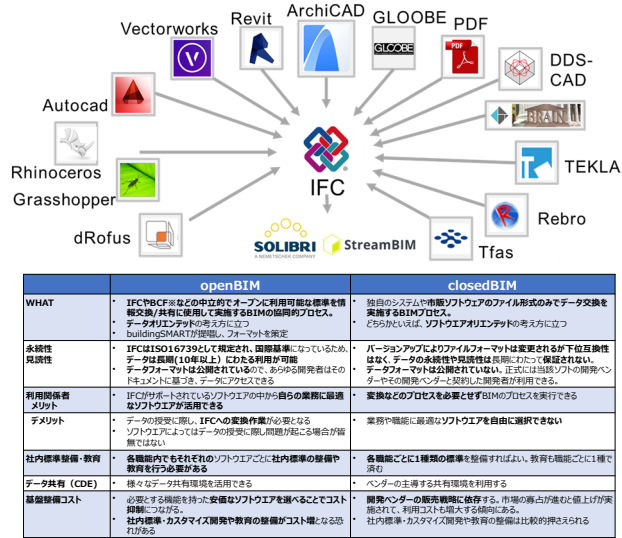


図 2-1 openBIM と closedBIM

確認申請図書の保存期間に関して、指定確認検査機関(以下「審査機関」)は建築基準法第 77 条の 29 第 2 項で 15 年間の図書保管が義務付けられている。将来的な BIM モデルでの本申請を見据えた場合、確認申請の BIM モデルによるデジタル化は、将来にわたる見読性を保証するために、ISO を取得し国際標準化している IFC ベースの openBIM で行うことが現段階では最適であると考えられる。

2.2. BIM モデルによる建築確認

建築確認は建築基準法が規定する手続きであり、現状では本申請で BIM モデルを利用することは想定されず、実施することができない。一方、申請受付前の事前審査は法令に規定自体がないことから、申請者が任意で BIM モデルを提出し、審査機関が任意で BIM モデルを審査することが可能である。従って、BIM モデルを用いた申請及び審査は事前審査で行い、本申請は法令で規定する図面を用いた通常の申請及び審査を行うことが現状できる範囲である。以下、本論文の中では、上記を踏まえ、事前審査のプロセスを含めて「IFC を利用した openBIM をベースとした建築確認申請」を「openBIM 確認申請」と称す。

2.3. openBIM 確認申請の開発ステップとこれまでの取り組み

建築研究所は、openBIM 確認申請への取り組みについて、次のようなステップで進める必要があると述べている(表 2-2)。

表 2-2 建築研究所 BIM 建築確認申請の開発ステップ¹⁾

Step	開発段階	追加提出されるデータ内容	提出図書間の整合性の高さ	実施状況
0	CAD BIM	従前の方法	-	○
0+	CAD BIM	従前の方法 + 様式データ (FD申請)	-	○ (1993~)
1	CAD BIM	スキャンされた申請図書の電子提出	-	○ (2015.1~)
1+	BIM	BIMモデルで図面作成	図面上にBIMソフトウェアで編集なく出力された表示	-
2	CAD BIM	ステップ 1 + 様式データ	様式データ (XML, XLS, CVS等)	○ (2015.1~)
2+	BIM	ステップ 1 + IFCモデルデータ	審査対象の識別が可能な IFCモデルデータ	○○
3-	BIM	IFCモデルによる部分的な自動計算等の審査	部分的な審査要素を含む IFCモデルデータ	○○
3	BIM	IFCモデルによる完全自動計算等の審査	完全な審査要素を含むIFCモデルデータ	○○○

竹中工務店では 2017 年から、BIM を利用した確認申請に取り組み始めた(表 2-3)。当初は、BIM のネイティブデータを利用し審査機関がモデルを確認する形でスタートした。これまでの取り組みは表 2-2 の「Step2+」をベースとした取り組みと考えられる。M 計画では初めて openBIM 確認申請による取り組みを実施した。この内容について次に述べる。

表 2-3 BIM を活用した確認申請の取り組み

プロジェクト名	外観	確認済証取得日	提出ファイル形式 (建築)	提出先
K計画		2017.12.20	REVIT	日本建築センター
E計画		2018.08.24	REVIT	日本建築センター
T計画		2018.09.21	ArchiCAD	日本建築センター
R計画		2018.10.30	REVIT	日本ERI
M計画		2018.12.18	IFC	日本ERI
KK計画		2019.12.20	IFC	日本ERI

2.4. 「M 計画」における openBIM 確認申請

当プロジェクトの実践においては、設計者の申請の手間を現状維持(又は減少)とした上で審査機関での BIM 活用による時間短縮を目的として検討を行い、法制上の対応可否と審査実務上の有効性を審査機関が検討した。審査機関は、はじめに審査プロセスで BIM を有効活用できる部分を探すため、審査手順の作業内容と所要時間を時系列に並べたプロセスモデルを作成し、設計者と審査機関で審査実務の共有を試みた。

次に属性情報による BIM 活用が実施可能な事項を見つけるため、申請図書で散見される図面間不整合を過去の事例から抽出し、「不整合が発生しない」という BIM の

利点を有効活用できる法規定を探した。双方による検討から申請・審査の中で「基本図面の整合」「立体モデルによる建物把握」「属性情報による法令検討」の3つの試行を実施し、BIM活用による審査時間の短縮と計画の法適正化を検証した。設計者は ARCHICAD で作成した BIM データから IFC ファイルと PDF ファイルを書き出し、データを審査機関へ提出することとした。

審査機関は IFC と PDF を IFC ビューワに取込み、同一縮尺で重ね合わせを行うことにより立体モデルと基本図面とのオブジェクト（壁や開口部等）位置の整合を確認した。IFC データが持つ属性情報の一部は審査活用するためにビューワ上で抽出し、室毎の諸元一覧表として表計算ソフトに書き出した。結果として、BIM を審査補助に利用することで事前審査において複数の申請図書間に散見される不整合が解消され、審査時間を 2 割程度短縮することができた。

M 計画においては BIM モデルを利用した目視による審査と属性情報を利用した一覧表出力による室諸元の整理を実施し openBIM 確認申請の可能性を示すことができたと考えられる。

表 2-4 M 計画における取組の手法

設計者 (BIMオーサリングソフトによるモデル作成)				
	設計モデル	構造モデル	設備モデル	
モデルの内容	 壁や床、階段及び各室毎のゾーン等	 構造躯体のパーツ、柱、梁など	 配管や設備機器、ダクト、屋上設備等	
作成ソフト	ARCHICAD	Tekla Structure	Rebro	
IFCデータ	98MB	1.7MB	170MB	
PDFデータ (電子申請)	77枚、23.4MB	3926枚、233MB 3128枚、192MB※	276枚、91.3MB	
データ送受信				
審査機関 (IFCビューワによるモデルの検証)				
試行	基本図面の整合	立体モデルによる把握	属性情報による法令検討	
イメージ				
成果	・不整合の解消	・吹き抜けの把握	・室リストの作成 ・求積図の概ね省略	
IFCビューワ	Solibri			

3. openBIM 確認申請「Step3-」への取り組みと手法

3.1. 自動審査を行う項目の抽出

これまでの知見をもとに、国土交通省公募事業の題材とした O 計画と S 計画では次の段階である「IFC モデルによる部分的な自動審査 Step3-」の実施を目指し、手法の開発とその実践を行った。

部分的な自動審査を実践するにあたり設計者と審査機関で自動審査が実施可能な項目について検討を行った結

果、表 3-1 の項目について自動審査の可能性があると判断し、手法の開発検討を行うこととした。

このうち「1, 2, 9」はモデルを利用した自動計算の対象とし、「4, 5, 8」はモデルを利用した目視確認の対象とした。また、実践する対象建築物が小規模なため「3, 6, 7, 10」は実施しなかった。

表 3-1 BIM を利用した自動審査項目の検討

番号	対象条項			自動チェック項目
	法	令	見出	
1	法第52条		容積率	容積対象面積が許容容積を超えていないことを確認
2	法第53条		建蔽率	建築面積が許容建築面積を超えていないことを確認
3	法第56条		建築物の各部分の高さ	斜線制限にかかっていないことを確認
4	法第61条		防火地域及び準防火地域内の建築物	延焼線にかかる開口部の防火設備を確認
5	36条	令第112条	防火区画	防火区画内にある開口部の仕様が区画の種別に適合していることを確認
6		令第119条	廊下	廊下の有効幅員が規制値以上であることを確認
7		令第120条	直通階段の設置	歩行距離が規制値以下であることを確認
8		令第126条の2	排煙設備の設置	防煙区画面積を確認、排煙要件の適合性を確認
9		令第126条の3	排煙設備の構造	有効排煙開口面積の適合性を確認
10		令第128条	敷地内の避難上及び消火上必要な通路等	通路幅員が有効1500以上確保されていることを確認

3.2. 開発手法の概要

実際に開発に利用した環境は下記のとおりである。

BIM オーサリングソフト : ARCHICAD
IFC ビューワ : SOLIBRI OFFICE
表計算ソフト : Excel

自動審査のフローは、BIM の活用は事前審査で行い、本申請は法令で規定する図面を用いた通常の申請及び審査を行う図 3-2 の形とすることとした。設計者が BIM オーサリングソフトだけを使用してモデルを作成し、審査機関との協議の中で、事前審査での質疑応答が同一のモデル・ファイルベースで行った方が、整合性を取りやすいと合意し、このフローに基づく開発・実践を行った。

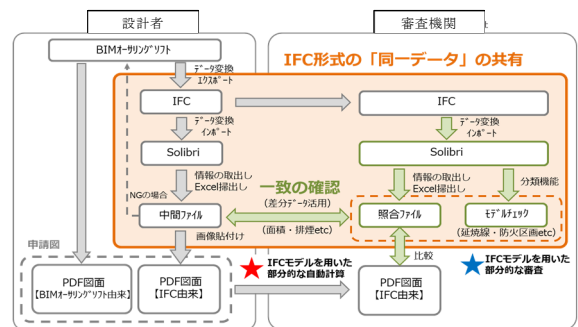


図 3-2 BIM を利用した自動審査のフロー

3.3. 実践を行ったプロジェクトの概要

今回、openBIM 確認申請の実践を行ったのは表 3-3・図 3-3 の建物である。

表 3-3 実践プロジェクトの概要

	S計画(RC造)	O計画(S造)
建築地	静岡県	岡山県
建物用途	事務所	事務所
建物規模	3F	2F
建築面積	160㎡	396㎡
延床面積	361㎡	776㎡
着工	2020年11月	2021年1月
竣工	2021年10月	2021年7月

ンについては、排煙計算のための天井高さを設計者の意図に基づき手入力で設定した。外壁開口部については、自動計算に利用した属性のうち、有効開口率は開口部のオブジェクトから自動的に取得することが困難であったため、設計者の計算に基づき手入力を行った。

このデータを IFC ビューワ上で分類し、排煙計算に必要な属性と幾何情報(寸法)を表計算ソフトに出力した。排煙有効開口面積は、天井と開口部の関係に依存するため、この算定を表計算ソフト上の計算式を用いて行った後、集計作業を実施している。

表計算ソフト上での計算処理や集計処理は、できる限り検証が容易なように、計算式や集計機能(ピボットテーブル)を利用している。プログラミングで行った方が処理速度は向上するが、確認審査機関による検証が容易となることを配慮した。IFC から出力する際に利用する表計算ソフトのテンプレートに計算式を埋め込むことができなかつたため、埋め込みのみは出力したシートにプログラムで行った。埋め込みを行った計算式はフローチャート化して、その妥当性の検証が容易になるように配慮した。

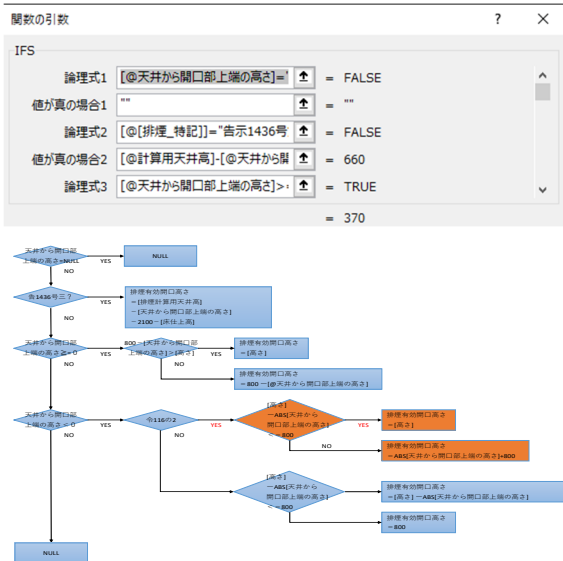


図 3-9 排煙有効高さ算出条件式設定とそのフローチャート

表 3-10 排煙有効面積の集計表

排煙種別	部位	(複数のアイデンティフィカ	A	B	C	D	E	計量
合計 / 有効開口面積		外						
層名	要素ID	高さ	幅	基準面からの高さ	天井から開口部上端の高さ	排煙有効開口高さ	有効開口率	面積
1FL タッチダウンカウンター	AW103-1	1930	1200	830	370	430	0.66	0.293
1FL タッチダウンカウンター	AW103-3	1930	1200	830	370	430	0.66	0.293
1FL 共通スペース(1)	AW101-3	1930	1200	830	370	430	0.66	0.293
1FL 共通スペース(1)	AW101-6	1930	1200	830	370	430	0.66	0.293
1FL 共通スペース(1) 集計								0.888
2FL 車道室(1)	AW201-1	1930	1200	830	660	540	0.66	0.523
2FL 車道室(1)	AW201-3	1930	1200	830	660	540	0.66	0.523
2FL 車道室(1)	AW201-5	1930	1200	830	660	540	0.66	0.523
2FL 車道室(1)	AW201-9	1930	1200	830	660	540	0.66	0.523
2FL 車道室(1)	AW202-6	1930	1200	830	660	540	0.66	0.523
2FL 車道室(1)	AW205-3	1930	1200	830	660	540	0.66	0.523
2FL 車道室(1) 集計								3.198
2FL 共通スペース(2)	AW203-3	1930	1200	830	205	595	0.66	0.162
2FL 共通スペース(2)	AW203-5	1930	1200	830	205	595	0.66	0.162
2FL 共通スペース(2)	AW204-3	1930	1200	830	205	595	0.66	0.162
2FL 共通スペース(2) 集計								0.487
集計								4.788

これらの一連の作業は、これまでも設計者が、図面上で明示していた行為と同等であり、設計者の負担増とはならない。

3.5. 申請図書へのフィードバック

最終的な本申請については、図面化が必要となる。そのため、表 3-10 の形で算出したデータを PDF として出力して、BIM オーサリングソフト上で作成した図面ビューに参照し、図面として作成することで、確認申請図書を作成した。

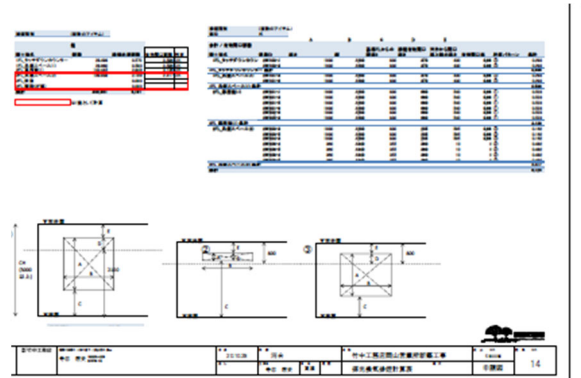


図 3-11 確認申請図書での表記

3.6. 審査機関での確認

審査機関は設計者が提出した IFC ファイルを IFC ビューワで読み込み、確認及び出力して審査をした。ビューワソフトのネイティブファイル形式での提出も可能だが、設計者と審査機関とで情報の分類・取出し用テンプレート及び計算処理用マクロファイルを予め共有し、申請者が IFC データだけを提出することで、取って元データを用いた真正性の高い検証を実施することとした。

4. 実践の成果と課題

OPEN BIM 確認申請「Step3-」の確認申請手法の開発と実践をとおして得た成果と課題について述べる。

4.1. 成果

確認申請における事前審査は、図面での目視確認や手作業での検算等により行うものだったが、IFC データを利用したモデルでの確認と自動計算により行い、当初の目標である「step3-」を部分的に実施することができた。また、表計算ソフトを活用して、床面積の算定や排煙有効面積の算定等の計算過程をデジタルベースで行うことにより、設計者と審査機関はヒューマンエラーを排した適正な法適合確認を行うことができた。

今後、日本の行政がデジタルベースへの変革を目指して動き出す際に、設計者が様々な BIM オーサリングソフトを利用したとしても、審査機関は、統一された IFC ベースの環境を利用することで、様々なソフトウェアを利用することなく、デジタルによる審査を行うことができる可能性を示せた。

4.2. 課題

現行の建築基準法が規定する建築確認の手続きは、設

計に CAD システムが利用されるようになってからも手書きの設計図書をベースとして様々な根拠を求めており、そのためデジタルを活用した効率化を行う上でいくつかの問題が発生する。また、BIM データの運用における問題点もある。いくつかの例を下記に記す。

4.2.1.面積算定

前述した通り、確認申請での面積算定は、手作業で計算できるように算定エリアを分割し、四則演算を行って、算定された面積についてそれぞれ小数第 4 位を切り捨てた小数 3 桁で計算し集計するという形をとる。

この検証においては、ビューワ上で IfcSpace オブジェクトから自動算出される面積を集計する形をとった。ほとんどの BIM (CAD を含む) ソフトウェアにおいて小数以下の桁数を指定した場合、四捨五入されて値が算出される。こうした計算過程の違いは、最終的に手書きとシステムでの集計値の違いを生じることになる。今回は審査機関と小数以下の桁数を増やし、誤差を生まないようにすることで合意した。

4.2.2.設計者意図のモデル上での明示

現行の制度は、審査機関が図面上に設計者が明示した表記や寸法線に基づき法適合確認を行うことを規定する。一方、IFC ベースで審査を行う場合、IFC のスキーマでは寸法線の要素は定義されていない。したがって、審査において審査機関が、オブジェクトのデータや属性からその意図を読み取る必要が生じることになる。今回はそうした行為を可能な限りリスト化し、それを図面として PDF 化して補完をした。

buildingSMART が標準として採用している BCF (BIM Collaboration Format) では、設計者がモデル上でビューとして、寸法線や位置関係、注釈を行うことが可能であり、明示の代替として使うことも今後の取り組みの中で実践する予定である。

4.2.3.オブジェクトからの寸法の取得

BIM のオブジェクトは、開発ベンダー等から提供されるいわゆるジェネリックオブジェクトと、製品メーカー等から提供されるメーカーオブジェクトが存在する。確認申請を行う段階では、主にジェネリックオブジェクトを利用するが、メーカーオブジェクトを利用する場合もある。現状では、こうしたオブジェクト間で属性の設定方法や格納方法が異なるため、例えば開口高さを取得する際に、各オブジェクトでデータの取得方法を変更する必要があるが生じている。

4.2.4.モデルと図面 (PDF) の同一性

事前審査において、モデルと図面の両方を利用して審査が行われたが、その同一性をどのように保証するか問題となった。今回は、モデルと PDF を IFC ビューワ上で重ね合わせて確認することとした。

5. まとめ

OPEN BIM 確認申請の手法についてケーススタディ的な開発を行い、その実践を通じて、効果と様々な課題を浮き彫りにすることができた。今回は小規模な案件であったため、適用されない法の条文もあり、条件設定などで不足する部分もあるが、今後の実践を重ねる中で、さらなる改善と拡張を行い、検証を継続する。

また、手法を一般化するためには、buildingSMART が IFC の活用について定めるべきとしている IDM/MVD (モデルをどのように連携し、どのように活用するか) の定義と、オブジェクト部品のプロパティの統一化が必要となる。現在、buildingSMART JAPAN 意匠設計小委員会においては、確認申請の IFC 検定を行うために、IDM/MVD の整備の検討が進められている。また、建築 BIM 推進会議の部会 2 として位置付である「BIM ライブラリ技術研究組合」ではオブジェクト属性の標準化について検討が進められている。部会 3 の位置付である「建築確認における BIM 活用推進協議会」では BIM による確認申請推進のための様々な検討が行われている。

建築基準法が定める現行の申請に必要な手法などについてもデジタルを有効に活用するためには、見直しが必要な部分があることも分かった。今般デジタル化の推進のために、政府が大きく方向転換をし、様々な押印を廃止したことに比べると、こうした改正にはそれほど抵抗がないのではと考える。

また、建築物の法的な手続きは、確認申請だけでなく、開発申請、大臣認定、消防同意など多岐に渡り、こうした一連の法的手続きが省庁の枠を超えてデジタル化される必要がある。

さらに、手法や課題解決を個別の企業が実施しているだけでなく、日本の建築界のデジタル化による生産性の向上や効率化を目指し、上記したような各団体の活動を通じて、OpenBIM 確認申請について、事前審査だけでなく、本申請を実現できるように手法の開発と課題の解決に寄与していきたいと考えている。

6. 謝辞

今回、審査機関として openBIM 確認申請の業務フローの整理や実践に多大なご協力をいただいた日本 ERI 株式会社の関係者の方々に深く感謝いたします。また、IFC を活用した確認申請のあり方について長年にわたり調査研究されている(一社)buildingSMART Japan の意匠設計小委員会の方々には活動を通じて様々な知見を与えていただいておりますことに感謝いたします。

[参考文献]

- 1) 建築研究所 武藤 正樹「BIM 確認申請の展開と課題」
https://www.kenken.go.jp/japanese/research/lecture/h30/pdf/T04_Mutoh.pdf